

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 137 164 (44) 15.08.79 Int. Cl.<sup>2</sup> 2(51) H 01 F 27/00  
H 01 B 9/00  
(21) WP H 01 F / 206 154 (22) 20.06.78

(71) siehe (72)

(72) Gerlach, Horst, Dr.-Ing.; Schida, Herbert, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

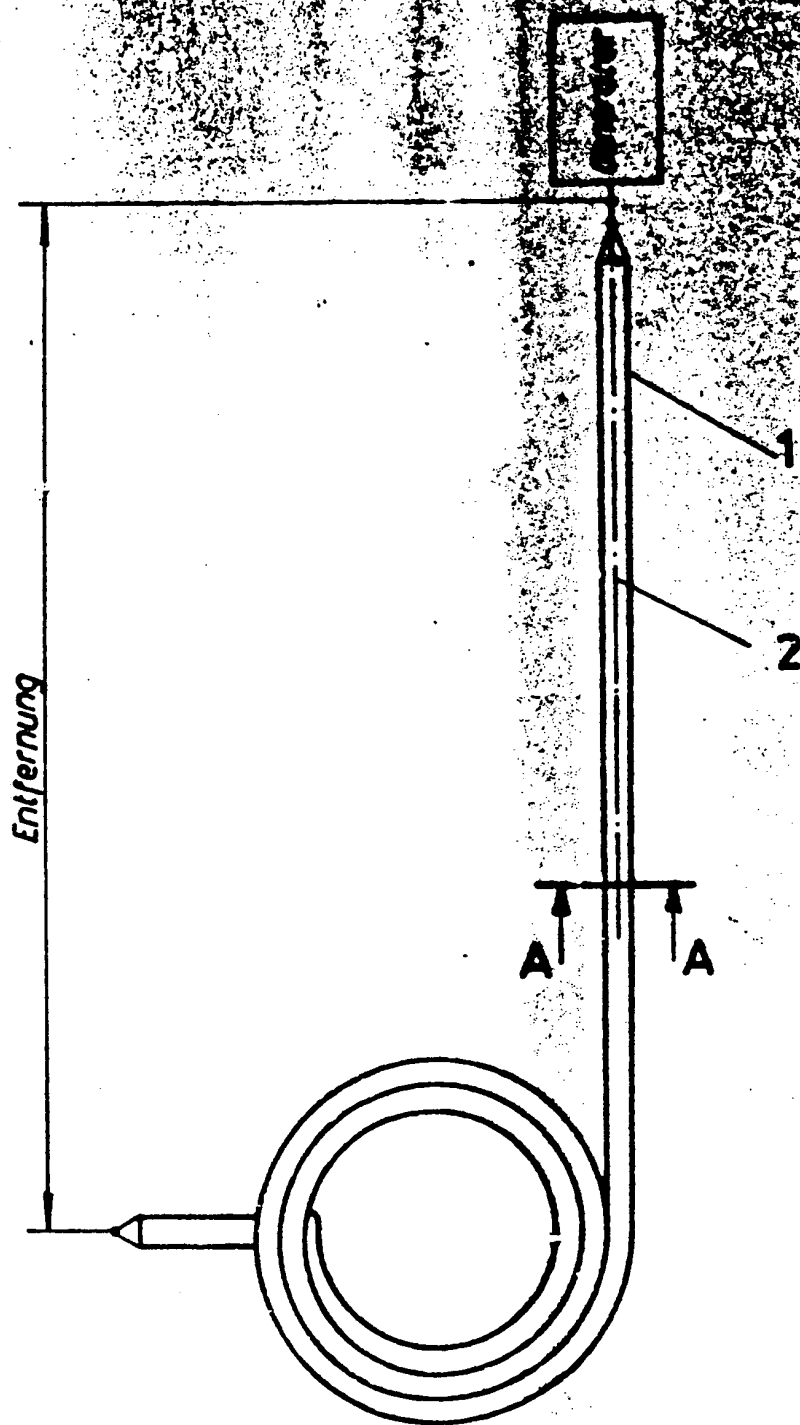
(74) Institut „Prüffeld für elektrische Hochleistungstechnik“,  
113 Berlin, Leninallee 376

(54) Kryotransformator in einer Ausführung als  
Energieübertragungsstrecke

(57) Die Erfindung wird im Bereich der Energieversorgung wirksam und bezieht sich auf das Gebiet des Transformatorenbaues. Die Erfindung zielt auf einen kostensparend herstellbaren, trommelbaren, mit einer Energieübertragungsleitung eine Funktionsintegration bildenden Kryo-Transformator ab. Die Erfindung löst die Aufgabe, einen trommelbaren, als Energieübertragungsleitung ausgebildeten Kryo-Transformator mit einem flexiblen Aufbau zu entwickeln, dadurch, daß die wärmeisolierte Transformatorenummantelung, die vorwiegend aus Schenkel, Oberspannungswicklung, Unterspannungswicklung und Isolierzylinder bestehenden Wicklungsblöcke elastisch ausgebildet sind. Der Erfindungsgegenstand kann in Kraftwerken Anwendung finden, und zwar dort, wo Energieübertragungs- und Spannungsübersetzungsprobleme gemeinsam gelöst werden müssen. - Fig.1 -



Fig. 1



### Erfindungsanspruch

1. Kryo-Transformator in einer Ausführung als Energieübertragungsstrecke, bestehend aus drei in einer Ummantelung angeordneten, sich parallel zur Längsachse des Kryo-Transformators erstreckend und jeweils mindestens je eine Oberspannungswicklung und eine Unterspannungswicklung aufweisenden Wicklungsblöcken, gekennzeichnet dadurch, daß die wärmeisolierte Ummantelung (1) und die achsparallel zur Längsachse (2) vorgesehenen, vorwiegend aus Schenkeln (6;7;8), Oberspannungswicklung (4), Unterspannungswicklung (5) und Isolierzylinder (17) bestehenden Wicklungsblöcke (3) elastisch ausgebildet sind.
2. Kryo-Transformator nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Ummantelung (1) des Kryo-Transformators aus elastischem Kunststoff oder aus einem doppelwandigen Wellrohrgefäß besteht und druckfest sowie wärmeisolierend ausgeführt ist.
3. Kryo-Transformator nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß ein Isolierzylinder (17) als eine wärmeisolierte, flexible Doppelwandkonstruktion aus Kunststoff oder als doppelwandiges Wellrohr ausgebildet ist.
4. Kryo-Transformator nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Oberspannungswicklung (4) und die Unterspannungswicklung (5) den jeweiligen Schenkel (6;7;8) wendelförmig gleichsinnig oder gegenläufig umschließen.

5. Kryo-Transformator nach Punkt 1, g k n n s i h -  
n e t d a d u r c h , daß di Schenkel (6;7;8) aus  
gegenseinander isoli rt n, zu inem Seil verdreht n  
oder geflochtenen Kerndräht n (9) best hen und bei tiefen  
Temperaturen von einer flexiblen Wärmeisolationsschicht  
umgeben sind.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

23 NOV 1978 • 752390

Titel der Erfindung:

Kryo-Transformator in einer Ausführung als Energieübertragungsstrecke

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung wird im Bereich der Energieversorgung und vorwiegend am Ort der Energieerzeugung wirksam, wo das Problem der Energieübertragung mit dem der Spannungsübersetzung mit technischen Mitteln gemeinsam gelöst werden muß.

### Charakter der bekannten technischen Lösungen:

Es sind Transformatoren mit supraleitenden oder tiefgeköhlten normalleitenden Wicklungen bekannt. Mit diesen Transformatoren ist beabsichtigt, große Leistungen bei günstigen Parametern hinsichtlich der Gesamtverluste zu realisieren und dabei das Regellichtprofil der Schienentransportwege nicht zu überschreiten.

Diese Transformatoren haben entweder gegenüber den konventionellen Transformatoren die Eigenschaft, daß sie bei gleicher Leistung geringere Abmessungen oder bei gleichen Abmessungen größere Leistungsparameter aufweisen.

Der Aufbau eines Kryo-Transformators besteht im Prinzip aus einem wärmeisolierten Behälter und den darin geköhlten Wicklungsblöcken mit den Unterspannungswicklungen und Oberspannungswicklungen. Bei den bekannten Ausführungen von supraleitenden Transformatoren sind, um die entsprechende Leistung zu erhalten, mehrfach verschachtelte Wicklungen vorgeschlagen worden. Hierdurch werden Transformatoren in den geometrischen Abmessungen begründet, die wiederum das Regellichtprofil unserer Schienentransportwege überschreiten.

Allen bisher bekannten Ausführungen eines Kryo-Transformators haftet der Mangel an, daß er nicht gleichzeitig als Energie-transportleitung mit den Eigenschaften eines Kabels über größere Entfernungen einsetzbar ist.

### Ziel der Erfindung:

Die Erfindung zielt auf einen trommelbaren, mit einer Energieübertragungsleitung eine Funktionsintegration bildenden Kryptransformator ab, der mit einem ökonomisch vertretbaren Aufwand herstellbar, mit einfachen technischen Mitteln installierbar und problemlos transportierbar ist.



Darstellung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen als Energieübertragungsleitung ausgebildeten Kryo-Transformator zu entwickeln, der entlang seiner Längsachse über seine gesamte Baulänge einen flexiblen Aufbau der Schenkel, der Wicklungen, und der wärmeisolierenden Transformatorummantelung aufweist.

3 Diese Aufgabe wurde dadurch gelöst, daß ein als Energieübertragungsleitung ausgebildeter Kryo-Transformator, bestehend aus drei in einer wärmeisolierten Ummantelung angeordneten, sich parallel zur Längsachse des Kryo-Transformators erstreckenden und jeweils mindestens je eine Oberspannungswicklung und eine Unterspannungswicklung aufweisenden Wicklungsblöcken, entwickelt wurde, bei dem erfindungsgemäß die wärmeisolierende Ummantelung des eine Energieübertragungsleitung bildenden Transformators und die darin angeordneten Wicklungsblöcke einschließlich deren einzelnen Bauelementen elastisch, d.h. entlang eines Kreisbogens mit einem definierbaren Radius über die Längsachse des Transformators biegsam, ausgebildet ist.

Die Ummantelung besteht entweder aus einem bei Temperaturen der kryogenen Flüssigkeiten elastischen Kunststoff mit wärmeisolierenden Eigenschaften oder aus einem doppelwandigen, mit einer Wärmeisolierung versehenen Wellrohrgefäß und ist druckfest ausgeführt.

Die Isolierzylinder der Wicklungsblöcke sind als wärmeisolierte, flexible Doppelwandkonstruktionen aus Kunststoff mit bei der Temperatur der kryogenen Flüssigkeiten elastischen Eigenschaften oder als wärmeisolierte, doppelwandige Wellrohre ausgebildet. Die Oberspannungswicklung und die Unterspannungswicklung sind für sich flexibel ausgebildet und bestehen aus einer bandförmigen, elastischen Unterlage mit darauf ausgespannten, dünnen Supraleitern. Diese elastischen,

mit Supraleitern versehenen, barlförmigen Unterlagen sind wendelförmig mit einer definierten Steigung gleichsinnig oder gegenläufig als Oberspannungs- und Unterspannungswicklung jeweils auf die Schenkel aufgewickelt, wobei sich die elastische Unterlage mit ihren keinen Supraleiter tragenden Randstreifen schuppenartig oder teleskopartig überlappen. Die Schenkel sind gleichfalls biegsam ausgebildet und bestehen aus isolierten geflochtenen oder verdrahteten Kerndrähten. Die Schenkel sind von einer bei tiefen Temperaturen flexiblen Wärmeisolationsschicht umgeben.

Der erfindungsgemäß ausgebildete Kryo-Transformator zeigt den Vorteil, daß er trommelbar ist und somit in einem aufgetrommelten Zustand gut transportierbar ist. Ferner läßt dieser Transformator sich als Energieübertragungsstrecke leicht verlegen und kann den Erfordernissen entsprechend den zu überbrückenden Entfernungen angepaßt werden. Letztlich ist der trommelbare Transformator mit einem geringen technologischen Aufwand herstellbar.

#### Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung soll nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen trommelbaren Kryo-Transformator als Energieübertragungsleitung

Fig. 2 eine Anordnung von Wicklungsblöcken innerhalb eines Kryo-Transformators im Schnitt A-A nach Fig. 1

Fig. 3 eine weitere Anordnung der Wicklungsblöcke innerhalb des Kryo-Transformators im Schnitt A-A nach Fig. 1

Fig. 4 den Aufbau einer Wicklung für einen Wicklungsblock eines Kryo-Transformators.

Ein vereinfacht dargestellter, erfindungsgemäß als Energieübertragungsleitung ausgebildeter, kabelbarer Kryo-Transformator besteht aus einer mindestens doppelwandig ausgebildeten Ummantelung 1, die flexibel ist und gleichzeitig eine Wärmeisolation für den Kryo-Transformator darstellt. Innerhalb dieser Ummantelung 1 sind achsparallel zu einer Längsachse 2 entweder in einer Ebene oder jeweils im gleichen Abstand symmetrisch zu dieser Längsachse 2 drei gleichartig ausgebildete Wicklungsblöcke 3 angeordnet. Jeder dieser Wicklungsblöcke 3 besteht aus einer Oberspannungswicklung 4 und einer Unterspannungswicklung 5, die jeweils gleichsinnig oder gegensinnig wendelförmig mit einer Steigung coaxial auf bzw. um einen Kern herum, der jeweils einen Schenkel 6;7;8 des Kryo-Transformators bildet, aufgebracht sind. Der Kern jedes Wicklungsblocks 3 stellt im Querschnitt einen Kreisring dar und besteht aus an ihrer Mantelfläche eine Isolation tragenden Kerndrähten 9 oder Stäben. Diese Stäbe bilden als Kern einen Hohlzylinder bzw. die Kerndrähte 9 sind zu einem Seil, das einen rohrförmigen, zentrisch angeordneten Kühlkanal 10 ummantelt, verdreht. Die Schenkel 6;7;8 sind stirnseitig durch Magnetleiter 11 untereinander verbunden, die das Jooh des Kryo-Transformators bilden. Die Schenkel 6;7;8 sind in radialer Ausdehnung durch einen Isoliermantel 12 umhüllt. Dieser Isoliermantel 12

besteht aus elektrisch nicht leitendem Material, beispielsweise aus glasfaserverstärkten Kunststoffen mit einer geringen Wärmeleitung. Der durch den Kern des blossen Kühlkanal 10 der Schenkel 6;7;8 dient der Heliumgasrückführung. Bei Reinstmetall-Wicklungen wird dieser Kühlkanal 10 auch zur Leitung des flüssigen Stickstoffs genutzt. Auf den sich über die gesamte Baulänge erstreckenden Isoliermantel 12 ist die Oberspannungswicklung 4 entweder direkt oder auf einen Oberspannungswickelkörper 13 aufgebracht. Über Abstandshalter 14 stützt sich ein hohlzylindrischer Wickelkörper 15 ab, der sich koaxial über die gesamte Baulänge jedes Wickelblocks 3 erstreckt. Dieser Wickelkörper 15 trägt die Unterspannungswicklung 5. Über Abstandshalter 16 stützt sich ein hohlzylindrischer äußerer Isolierzylinder 17 ab, der als doppelwandiger Edelstahlkryostat in Wellrohrausführung mit einer Vakuumisolation 18 ausgebildet ist. Die Abstandshalter 14;16 bilden in axialer Richtung über die gesamte Baulänge mit einer radialen Ausdehnung Kühlkanäle 19;20, die zur Aufrechterhaltung des supraleitenden Zustands von kryogenen Flüssigkeiten (nicht dargestellt) durchströmt werden. Die Wicklungsblöcke 3 werden innerhalb der Ummantelung 1 des Transformators gekühlt, indem kryogene Flüssigkeiten den Raum 21, der sich als freie Querschnittfläche zwischen den Wicklungsblöcken 3 und der Ummantelung 1 ergibt und sich über die gesamte Baulänge erstreckt, durchströmen.

Die Oberspannungswicklung 4 und die Unterspannungswicklung 5 bestehen aus jeweils supraleitenden Wicklungslagen. Jede dieser Wicklungen 4;5 erstreckt sich über die gesamte Baulänge der jeweiligen Wicklungsblöcke 3 und besitzt einen flexiblen Aufbau, d.h. einen Aufbau, der es gestattet, den Kryo-Transformator und damit auch jeden Wicklungsblock 3 entlang der Längsachse 2 des Kryo-Transformators in einem begrenzten Umfang aus einer Geraden in eine gekrümmte Bahn zu überführen. Auf einer elastischen Unterlage 22, beispielsweise in einem

glasfaserverstärkten Plastband, sind Supraleit r 23 in Längsrichtung 24 ausgespannt. Auf diesen ausgespannten Supraleit rn 23 sind die Abstandshalter 14;16, beispielsweise Plastdrähte aufgelegt und an den seitlichen, nicht durch die Supraleiter 23 bedeckten Randstreifen 25 der bandförmigen Unterlage 22 durch Verkletung oder Verschweißung befestigt. Die Abstandshalter sind quer zur Längsrichtung 24 parallel zueinander angeordnet oder mäanderbandartig in Längsrichtung 24 der elastischen Unterlage 22 geführt.

Diese derart vorgefertigten Wicklungslagen werden als Überspannungs- oder Unterspannungswicklung 4;5 schraubenartig um den jeweiligen Schenkel gewickelt, wobei jeder Schenkel mindestens eine Unterspannungs- und eine Überspannungswicklung 4;5 aufweist. Die Randstreifen 25 der bandförmigen Unterlage überdecken sich nach dem Wickelvorgang geringfügig. Hierdurch wird die Biegsamkeit der jeweiligen Wicklung und der Abstandshalter ohne Gefahr für eine Verlagerung der Wicklung gesichert.

206153

Fig. 1

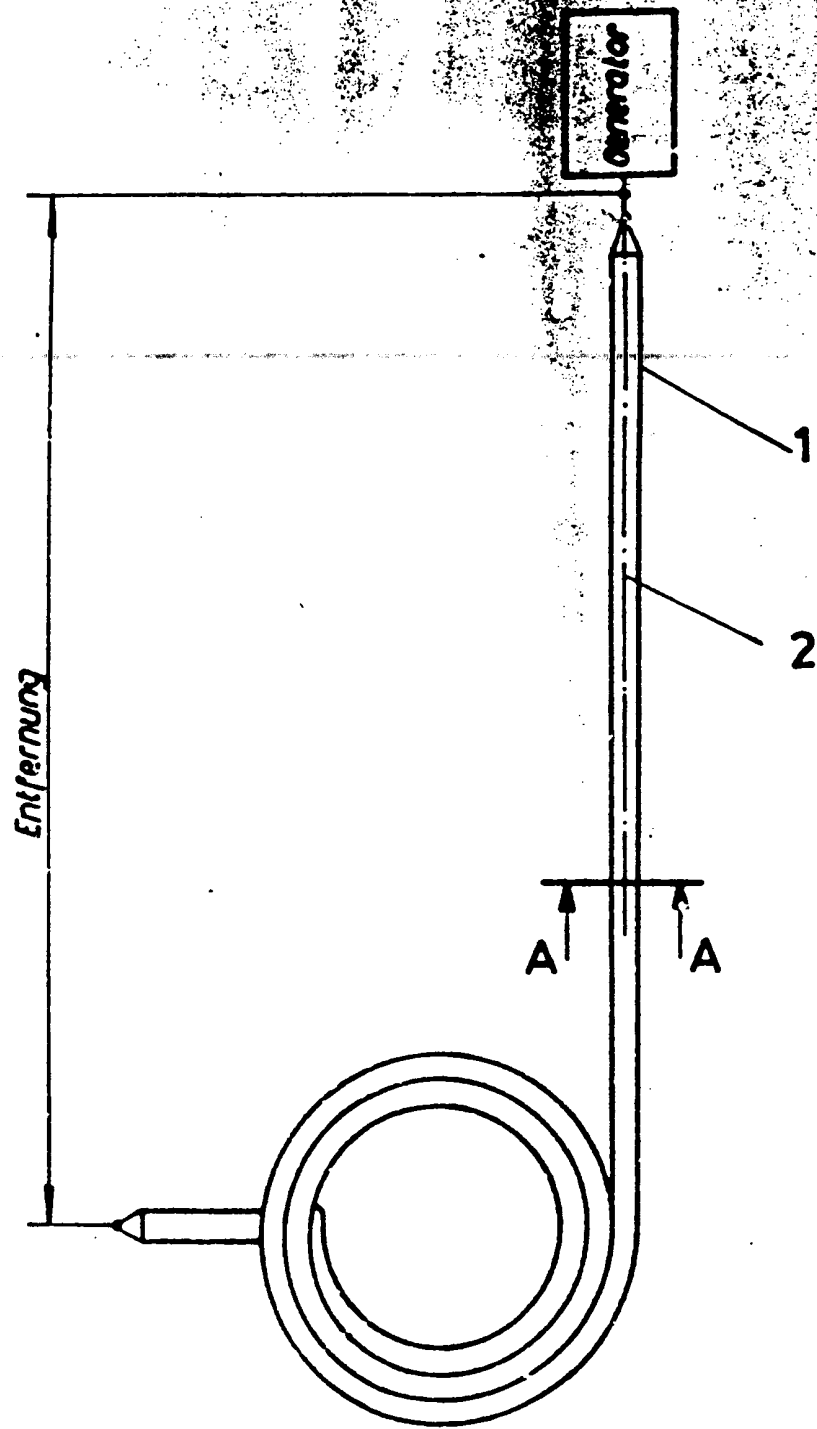
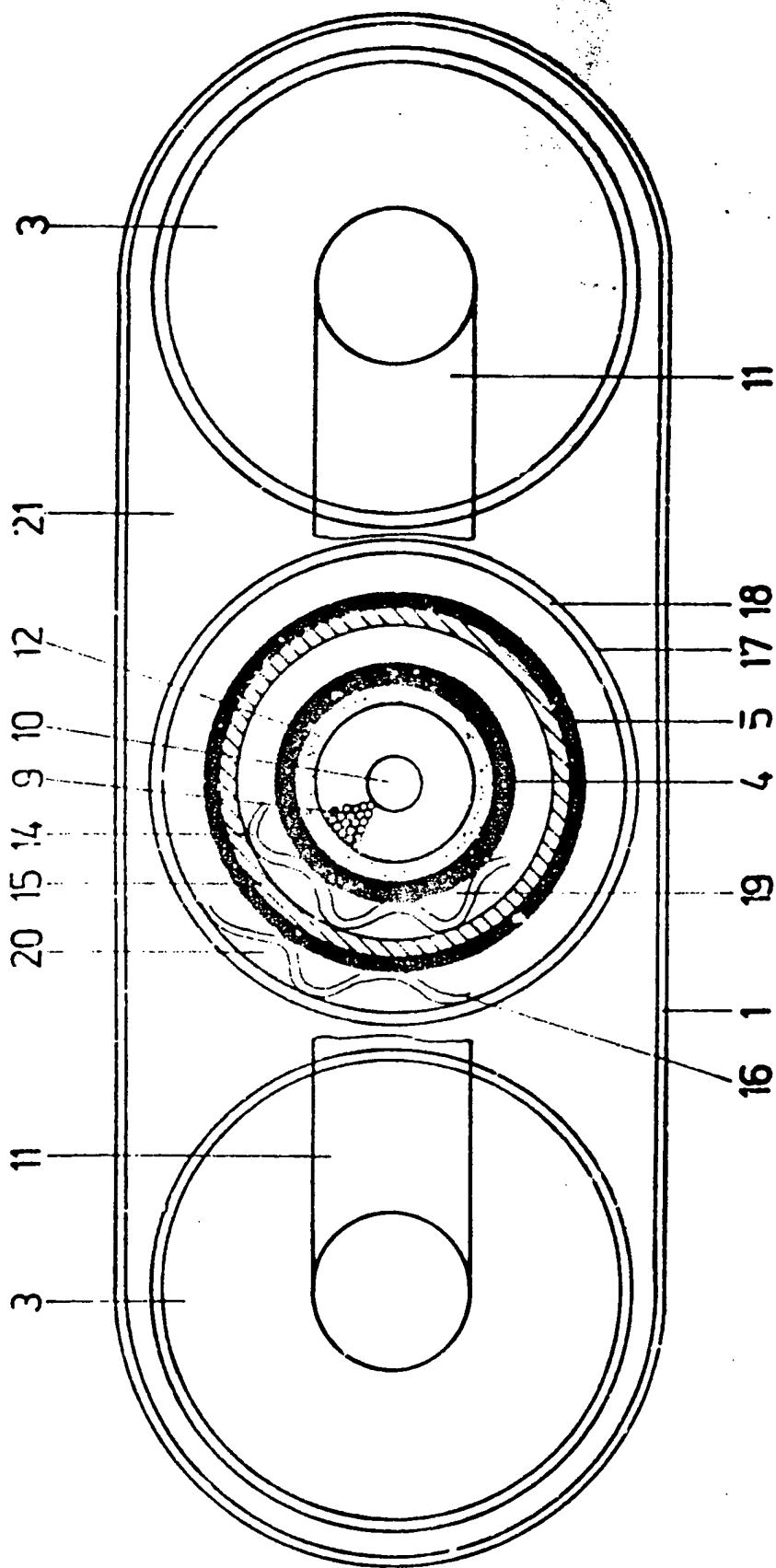


Fig. 2



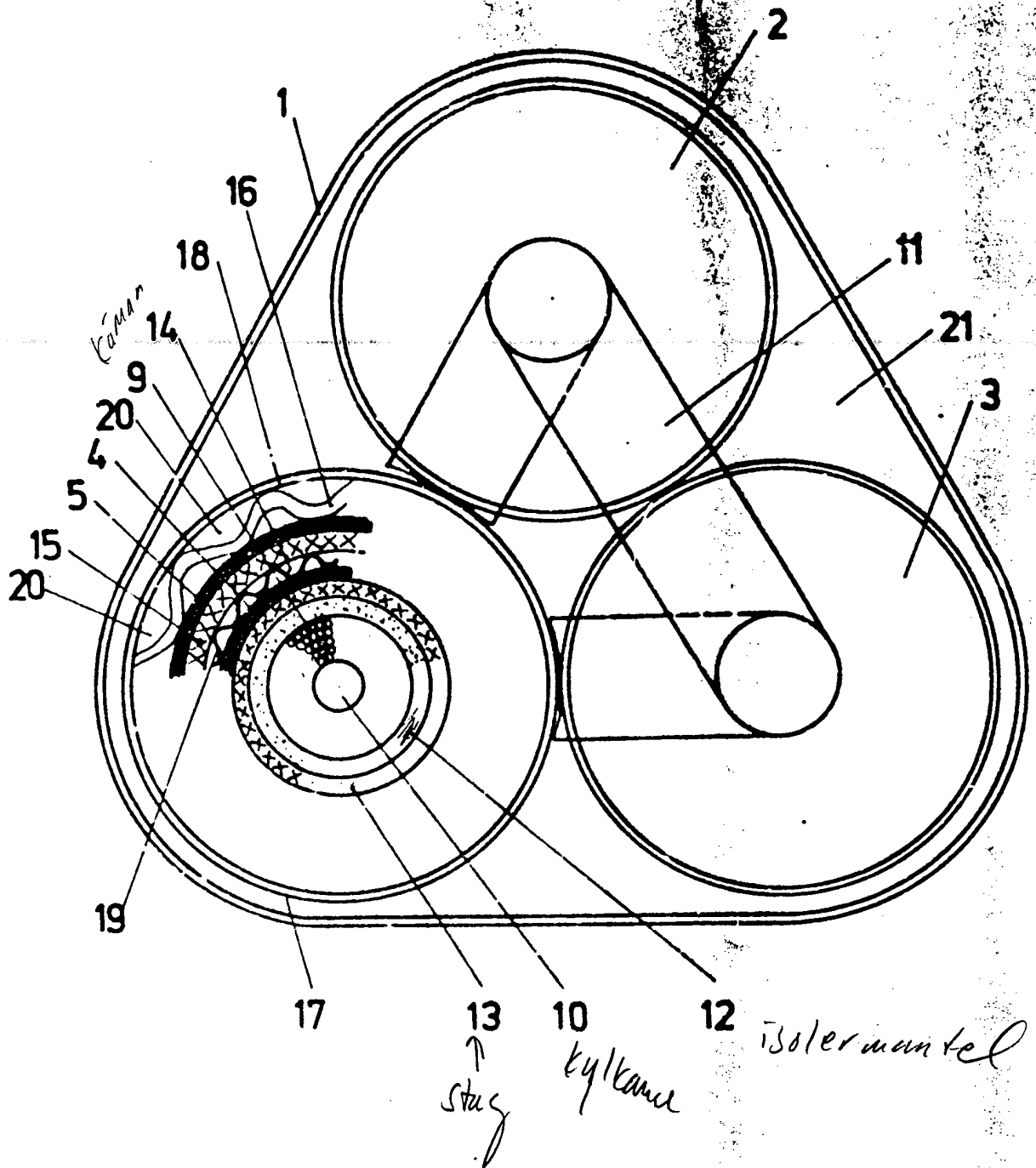
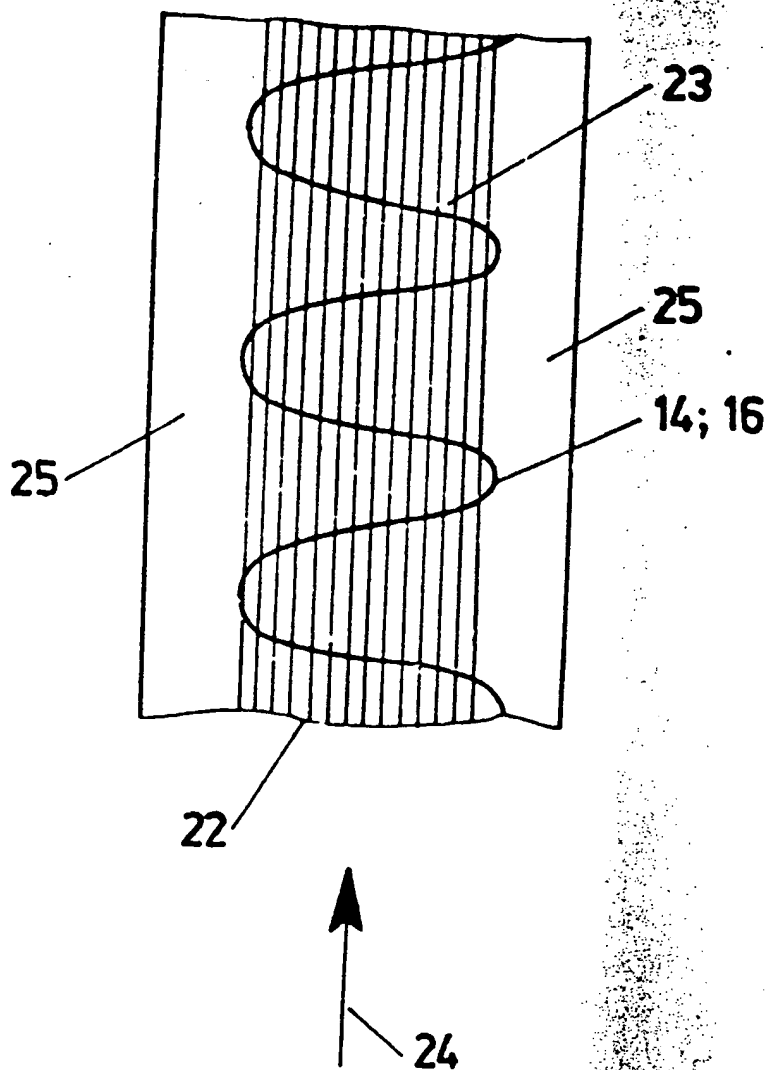




Fig. 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**